

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



© EPODOC / EPO

PN - JP2003056566 A 20030226  
 PD - 2003-02-26  
 PR - JP20010243439 20010810  
 OPD- 2001-08-10  
 TI - SLIDE BEARING  
 IN - OKAWA HIROE; TANAKA TAKUYA; HIRAMATSU NOBUTAKA; SHIBAYAMA TAKAYUKI  
 PA - DAIDO METAL CO LTD  
 IC - F16C33/12

© WPI / DERWENT

TI - Slide bearing comprises overlay layer containing specific amount of solid lubricant having lead particle, and resin binder chosen from polyamidoimide resin, polyimide resin, epoxy resin and/or polybenzimidazole resin

PR - JP20010243439 20010810  
 PN - JP2003056566 A 20030226 DW200375 F16C33/12 008pp  
 PA - (DAME ) DAIDO METAL KOGYO KK  
 IC - F16C33/12

AB - JP2003056566 NOVELTY - A slide bearing (1) comprises a bearing-metal layer (3) coated with an overlay layer (4). The overlay layer contains 30-70 volume% of solid lubricant comprising lead particle and remaining of resin binder. The resin binder is polyamidoimide resin, polyimide resin, epoxy resin and/or polybenzimidazole resin.

- USE - For internal combustion engine.
- ADVANTAGE - The slide bearing has low coefficient of friction and is ecofriendly. The bearing has excellent antiwear quality and non-printing property.
- DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the sectional drawing of slide bearing.
  - slide bearing 1
  - bearing-metal layer 3
  - overlay layer 4
  - (Dwg.1/1)

OPD- 2001-08-10  
 AN - 2003-792512 [75]

© PAJ / JPO

PN - JP2003056566 A 20030226  
 PD - 2003-02-26  
 AP - JP20010243439 20010810  
 IN - OKAWA HIROE; HIRAMATSU NOBUTAKA; TANAKA TAKUYA; SHIBAYAMA TAKAYUKI  
 PA - DAIDO METAL CO LTD  
 TI - SLIDE BEARING

AB - PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a slide bearing, causing no water pollution, reducing discharge amount of industrial waste and having superior sliding characteristics.

- SOLUTION: Comprising a overlay layer consisting a 30-70 vol.% solid lubricant, containing lead particles and resin binder residual selected from at least one type of a polyamideimide resin, a polyimide resin, an epoxy resin and a polybenzimidazole resin, the sliding bearing is formed to be low in friction coefficient and superior in wear resistance and non-seizure.

I - F16C33/12



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-56566

(P2003-56566A)

(43) 公開日 平成15年2月26日 (2003.2.26)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

F 1 6 C 33/12

識別記号

F I

F 1 6 C 33/12

データベース(参考)

A 3 J 0 1 1

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2001-243439 (P2001-243439)

(22) 出願日 平成13年8月10日 (2001.8.10)

(71) 出願人 591001282

大同メタル工業株式会社

愛知県名古屋市中区栄二丁目3番1号 名古屋広小路ビルディング13階

(72) 発明者 大川 広衛

愛知県名古屋市中区栄二丁目2番地 大同メタル工業株式会社内

(72) 発明者 平松 伸隆

愛知県名古屋市中区栄二丁目2番地 大同メタル工業株式会社内

(74) 代理人 100084227

弁理士 今崎 一司

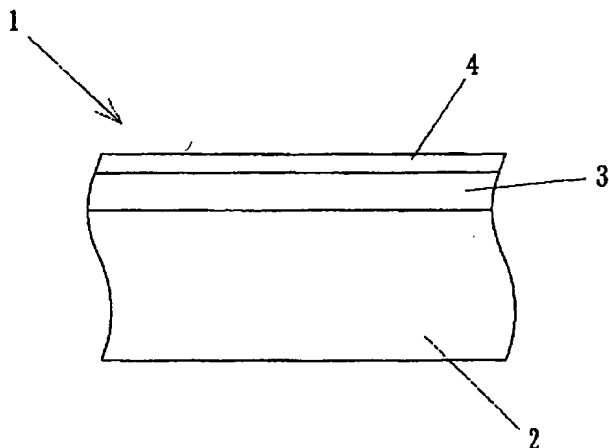
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 すべり軸受

(57) 【要約】

【目的】 水質汚染の問題がなく排出される産業廃棄物の量を大幅に削減することができると共に、優れた摺動特性を有するすべり軸受を提供する。

【構成】 オーバレイ層は、鉛粒子を含む30～70容量%の固体潤滑剤と、ポリアミドイミド樹脂、ポリイミド樹脂、エポキシ樹脂及びポリベンゾイミダゾール樹脂のうち少なくとも1種以上から選ばれる樹脂バインダー残部と、から構成されていることにより、摩擦係数が低く耐摩耗性及び非焼付性に優れたすべり軸受を作成することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 軸受メタル層をオーバーレイ層により被覆したすべり軸受において、

前記オーバーレイ層は、鉛粒子を含む30～70容量%の固体潤滑剤と、ポリアミドイミド樹脂、ポリイミド樹脂、エポキシ樹脂及びポリベンゾイミダゾール樹脂のうち少なくとも1種以上から選ばれる樹脂バインダー残部と、から構成されていることを特徴とするすべり軸受。

【請求項2】 前記固体潤滑剤は、インジウム20容量%以下、銀10容量%以下、スズ20容量%以下及び銅10容量%以下の範囲で少なくとも1種以上含み且つ総計で40容量%以下の金属と残部が鉛とから構成される混合金属粒子又は合金粒子によって構成されていることを特徴とする請求項1記載のすべり軸受。

【請求項3】 前記固体潤滑剤は、二硫化モリブデン、グラファイト、三酸化アンチモン及びヘキサボナル窒化ホウ素のうち少なくとも1種以上含み且つ80容量%以下の潤滑粒子と残部が鉛粒子とから構成されていることを特徴とする請求項1記載のすべり軸受。

【請求項4】 前記固体潤滑剤は、二硫化モリブデン、グラファイト、三酸化アンチモン及びヘキサボナル窒化ホウ素のうち少なくとも1種以上含み且つ80容量%以下の潤滑粒子と残部が前記混合金属粒子又は合金粒子とから構成されていることを特徴とする請求項2記載のすべり軸受。

【請求項5】 アルミナ、窒化アルミ、シリカ、酸化クロム、窒化ケイ素、炭化ケイ素及びジルコニアのうち少なくとも1種以上を含み且つその総計が0.5～10容量%の硬質粒子を前記固体潤滑剤の一部又は樹脂バインダーの一部に代えて含むことを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれかに記載のすべり軸受。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、軸受メタル層をオーバーレイ層により被覆したすべり軸受に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、主に内燃機関用のエンジン等に用いられる、銅裏金上に銅合金やアルミ合金などの軸受メタル層が形成されたすべり軸受においては、軸受メタル層のなじみ性向上あるいは非焼付特性向上のため、湿式めっきにより軟質金属を軸受メタル層表面に5～20 $\mu$ mの厚さで被覆し、オーバーレイ層として形成するのが一般的であった(以下、従来技術1という)。使用される軟質金属としては、なじみ性や非焼付性に優れた鉛ベースで、耐食性向上元素としてスズ、疲労強度向上元素として銅、なじみ性や非焼付性を一層向上させる元素としてインジウムなどが添加され、通常、鉛に対してスズが6～15重量%、銅が1～5重量%、インジウムが0～15重量%程度添加されている。

【0003】一方、近年、内燃機関の高出力化及び高回転化あるいは、燃費向上に伴うエンジンの断続運転等が行われるようになり、エンジン内で使用されるすべり軸受は、その使用条件が厳しくなっている。このような使用条件に対応するため、例えば、特開昭58-108299号公報では、耐摩耗性や非焼付性の向上を目的として、フェノール樹脂やエポキシ樹脂のような熱硬化性樹脂をバインダーとし、グラファイトや二硫化モリブデンなどの固体潤滑剤を含有させたオーバーレイ被膜を、銅裏金上にアルミ合金を圧接して形成されるアルミ合金軸受上にコーティングしたすべり軸受が提案されている(以下、従来技術2という)。

【0004】また、特開平4-83914号公報では、耐疲労性や非焼付性の向上を目的として、ポリイミド樹脂をバインダーとし、主に二硫化モリブデンの固体潤滑剤を含有させたオーバーレイ被膜をアルミ系軸受合金の表面にコーティングしたすべり軸受が提案されている(以下、従来技術3という)。

【0005】更に、特開平10-37962号では、耐摩耗性の向上を目的として、樹脂バインダー、硬質粒子及び固体潤滑剤から構成されるオーバーレイ被膜をコーティングしたすべり軸受の硬質粒子を球状とすることが提案されている(以下、従来技術4という)。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】前述した湿式めっきによりオーバーレイ層を形成する従来技術1の場合、そのつきまわり性とめっき効率が良好なことから、ほうフッ化浴が多く使用されている。このほうフッ化浴は、PH3～5の強酸であり、また、鉛、スズ、インジウムなどの金属イオンを多量に含み、その洗浄水や廃液は、メッキスラッジを除去した後にPH調整をし、一般河川に排出している。ところが、このように、洗浄水や廃液に処理を施しても河川の水質が汚染されてしまい、また、除去されたメッキスラッジが産業廃棄物として残ってしまうという問題があった。このような水質汚染や産業廃棄物の発生という点では、上記したオーバーレイ被膜をコーティングする従来技術2乃至4のすべり軸受は、水質汚染の問題がなく、また、発生する産業廃棄物の量が少ないため有効であるが、近年の内燃機関の高出力化及び高回転化あるいは断続運転等の過酷な使用条件に対しては、十分な成果が得られるものではなかった。本発明は、上記した事情に鑑みなされたもので、その目的とするところは、水質汚染の問題がなく排出される産業廃棄物の量を大幅に削減することができると共に、優れた摺動特性を有するすべり軸受を提供するものである。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記した目的を達成するために、請求項1に係る発明においては、軸受メタル層をオーバーレイ層により被覆したすべり軸受において、前記オーバーレイ層は、鉛粒子を含む30～70容量%の固

体潤滑剤と、ポリアミドイミド樹脂、ポリイミド樹脂、エポキシ樹脂及びポリベンゾイミダゾール樹脂のうち少なくとも1種以上から選ばれる樹脂バインダー残部と、から構成されていることを特徴とする。

【0008】軸受メタル層には、銅系合金、アルミ系合金などの軸受合金がある。

【0009】オーバレイ層の樹脂バインダーとしては、ポリアミドイミド樹脂、ポリイミド樹脂、エポキシ樹脂及びポリベンゾイミダゾール樹脂のうち少なくとも1種以上から選ばれる樹脂を用いた。これらの樹脂は、いずれも金属粉との間に強い接着力を有し、また、高い耐熱性及び強度を有している。ポリアミドイミド、ポリイミド系樹脂としては、ポリアミノ・ビス・マレイミド、又はこれらのジイソシアネート変性、BPDA変性、スルフォン変性樹脂などが挙げられる。特に、ポリアミドイミド樹脂は、疲労強度が高いため、樹脂バインダーとして好ましく、このポリアミドイミド樹脂は、主鎖中にアミド結合とイミド結合が交互に結合している高分子をいい、変性ポリアミドイミド樹脂も含むものである。

【0010】固体潤滑剤に含まれる鉛粒子は、軟質であるため外力によって容易に変形し、焼付異常摩耗を防止することができる。すべり軸受の摺動面が擦化熱により温度が上昇した場合、鉛粒子が溶融することにより周囲の熱を奪う溶融潜熱により摺動面の温度上昇を防止する。また、相手軸材の鋼と固溶あるいは反応することがなく、相手軸材と溶着してしまうことがない。このように、非焼付性に対して大きな効果を発揮するものである。更に、熱伝導性の比較的低い上記した樹脂バインダーは、鉛粒子を含んでいるため、通常の湿式オーバレイの鉛めっきと比較して、鉛粒子の温度上昇が大きくなり、最表層の摺動面で溶融及び凝固を繰り返して摺動面の摺動安定性が向上する。

【0011】鉛粒子を含む固体潤滑剤は、30～70容量%とする。30容量%未満では、非焼付性及び摩擦性能に対する効果が少なく、また、70容量%を超えると、被膜そのものの強度が大幅に低下して摩耗量が増大し、更に、耐キャビテーション性も大幅に劣化（体積減少の増大）する。また、鉛粒子の平均粒径は、0.5～10 $\mu$ mとする。0.5 $\mu$ m未満では、鉛粒子の数が増大し、鉛全体の表面積が大きくなっていく。このため、鉛粒子表面に対して樹脂が回り難くなる、即ち、急激に樹脂との濡れ性が悪くなるため、被膜強度が低下する。また、10 $\mu$ mを超えると、被膜原料の段階で樹脂と分離しやすくなり、軸受メタル層へのコーティングが困難となる。

【0012】上記のように、オーバレイ層全体の耐荷重性や耐摩耗性の向上には、樹脂バインダーが大きく寄与し、非焼付性の向上や摩擦係数の低減には、鉛粒子が大きく寄与している。また、鉛は、延性に優れているため、摺動最表層が広い範囲に亘って鉛により覆われ、こ

のため、非焼付性の向上や摩擦係数の低減に対する効果が更に増大している。

【0013】また、請求項2に係る発明においては、前記固体潤滑剤は、インジウム20容量%以下、銀10容量%以下、スズ20容量%以下及び銅10容量%以下の範囲で少なくとも1種以上含み且つ総計で40容量%以下の金属と残部が鉛とから構成される混合金属粒子又は合金粒子によって構成されていることを特徴とする。

【0014】固体潤滑剤として、鉛の他に添加されるインジウム、銀、スズ及び銅は、使用される摺動環境に応じて、それぞれ添加されることが望ましい。

【0015】インジウムは、鉛とほぼ同じ効果を奏するが、油となじみ易い性質を有するため、潤滑油との濡れ性が更に良くなり、耐摩耗性及び非焼付性が向上する。また、インジウムは、鉛よりも融点が低いため、インジウムを20容量%を超えて添加した場合には、インジウムと鉛が合金化した状態での融点が低下し、耐疲労強度及び耐摩耗性が低下する。

【0016】銀は、低融点金属の範疇に入るものではないが、非凝着性に優れているため、非焼付性を向上させ、また、耐疲労強度も向上させるものである。銀は、10容量%を超えて添加した場合でもその効果は変わらない。

【0017】スズは、摺動特性に関しては、鉛とほぼ同じ効果を奏するが、更に、オーバレイ層が腐食されやすい環境ですべり軸受が使用される場合の耐腐食性を向上させることができる。スズは、20容量%を超えて添加した場合でもその効果は変わらない。

【0018】銅は、この元素自体は、固体潤滑剤ではないが、潤滑油中に含まれる硫黄と反応して硫化物を生成するため、潤滑性能を向上させる。銅は、10容量%を超えて添加した場合でもその効果は変わらない。

【0019】上記した金属元素の粉末は、個々の粉末として添加してもよいし、また、予め合金粉を作製しておいたものを樹脂に添加してもよい。金属元素の粉末を個々に添加した場合には、それぞれの金属が偏って樹脂中に存在する偏析が起こり易いため、特性のバラツキが大きくなり、また、すべり軸受使用中に金属粉同士の接触により相互の拡散が起こり、融点が著しく変化するため摺動特性が変化してしまう。このため、合金粉として添加することが望ましい。

【0020】また、請求項3に係る発明においては、前記固体潤滑剤は、二硫化モリブデン、グラファイト、三酸化アンチモン及びヘキサボナル窒化ホウ素のうち少なくとも1種以上含み且つ80容量%以下の潤滑粒子と残部が鉛粒子とから構成されていることを特徴とする。

【0021】固体潤滑剤として、鉛の他に添加される二硫化モリブデン、グラファイト、三酸化アンチモン及びヘキサボナル窒化ホウ素は、鉛ベースの固体潤滑剤が有する非焼付性向上や摩擦係数低減の効果を補助する役割

を持つものであるが、80容量%を超えて添加した場合には、鉛が本来有する摺動性向上の効果を阻害する。また、これら二硫化モリブデン、グラファイト、三酸化アンチモン及びヘキサボナル窒化ホウ素の平均粒径は、鉛粒子と同程度の粒径とすることが望ましい。

【0022】また、請求項4に係る発明においては、前記固体潤滑剤は、二硫化モリブデン、グラファイト、三酸化アンチモン及びヘキサボナル窒化ホウ素のうち少なくとも1種以上を含み且つ80容量%未満の潤滑粒子と残部が前記混合金属粒子又は合金粒子とから構成されていることを特徴とする。

【0023】固体潤滑剤として、請求項2記載の混合金属粒子の他に添加される二硫化モリブデン、グラファイト、三酸化アンチモン及びヘキサボナル窒化ホウ素も上記と同様に、鉛ベースの固体潤滑剤が有する非焼付性向上や摩擦係数低減の効果を補助する役割を持つものであるが、80容量%を超えて添加した場合には、鉛が本来有する摺動性向上の効果を阻害する。また、上記と同様に、これら二硫化モリブデン、グラファイト、三酸化アンチモン及びヘキサボナル窒化ホウ素の平均粒径は、鉛粒子と同程度の粒径とすることが望ましい。

【0024】更に、請求項5に係る発明においては、アルミナ、窒化アルミ、シリカ、酸化クロム、窒化ケイ素、炭化ケイ素及びジルコニアのうち少なくとも1種以上を含み且つその総計が0.5～10容量%の硬質粒子を前記固体潤滑剤の一部又は樹脂バインダーの一部に代えて含むことを特徴とする。

【0025】固体潤滑剤の一部又は樹脂バインダーの一部に代えて含まれる硬質粒子は、オーバーレイ層の耐摩耗性を向上させるものであるが、10容量%を超えて添加した場合には、相手材を傷つける場合があり、摩擦係数が増加し、また、非焼付性が低下する。また、0.5容量%未満では、耐摩耗性の向上を図ることができない。好ましくは、1～5容量%である。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面及び表を参照して説明する。図1は、実施形態に係るすべり軸受1の断面図である。まず、すべり軸受1の構成について図1を参照して説明する。本発明に係るすべり軸受1の軸受メタル層（軸受合金）3には、銅系

の材料を用いた。銅裏金2上に、銅合金粉末を一定の厚さで散布し、焼結圧延を繰り返して裏金2の厚さが1.5mm、軸受メタル層3厚さが0.3mmの材料を製作した。軸受メタル層3の最終の成分は、23重量%鉛-2重量%スズ-残銅であった。この連続した材料から試験片を切り出し、この試験片に対して脱脂、酸洗いの前処理を施した後、その軸受表面に下記の各被膜原料液をスプレーしてオーバーレイ層4を形成した。

【0027】オーバーレイ層4に用いる樹脂（ベース樹脂）として、ポリアミドイミド（以下、PAI）樹脂、ポリイミド（以下、PI）樹脂、エポキシ（以下、EP）樹脂及びポリベンゾイミダゾール（以下、PBI）樹脂を使用した。

【0028】固体潤滑剤として、鉛（以下、Pb）をベースに、インジウム（以下、In）、銀（以下、Ag）、スズ（以下、Sn）及び銅（以下、Cu）の各金属粒子を使用した。その他の固体潤滑剤として、二硫化モリブデン（以下、 $\text{MoS}_2$ ）、グラファイト（以下、Gr）、三酸化アンチモン（以下、 $\text{Sb}_2\text{O}_3$ ）及びヘキサボナル窒化ホウ素（以下、h-BN）を使用した。

【0029】硬質粒子として、アルミナ（以下、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ ）、窒化アルミ（以下、AlN）、シリカ（以下、 $\text{SiO}_2$ ）、酸化クロム（以下、 $\text{CrO}_2$ ）、窒化ケイ素（以下、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ ）、炭化ケイ素（以下、SiC）及びジルコニア（以下、 $\text{ZrO}_2$ ）を使用した。

【0030】これらを表1に示すオーバーレイ層4の組成になるように配合して樹脂液を作成し、この樹脂液を上記した軸受メタル層3上にスプレーした後に120℃で乾燥後、200～250℃で焼成した。これにより、厚さがほぼ20μmのオーバーレイ層4が形成された。このように、オーバーレイ層4を形成する過程では、湿式めっきのように、金属イオンを多量に含んだ洗浄水及び廃液の排出やメッキスラッジの発生がないため、河川の水質汚染の問題がなく、産業廃棄物も大幅に削減することができる。このようにして得られた試験片の各実施例及び比較例について、摩擦係数、摩耗量、焼付及びキャビテーションの各試験を行った。

【0031】

【表1】



実施例

| 実施例   |    | 組成割合 (vol%) |    |    |     |             |         |    |    |    |    |                  |    |                                |      | 試験結果                           |     |                  |                  |                                |     |                  |      |             |               |                            |
|-------|----|-------------|----|----|-----|-------------|---------|----|----|----|----|------------------|----|--------------------------------|------|--------------------------------|-----|------------------|------------------|--------------------------------|-----|------------------|------|-------------|---------------|----------------------------|
|       |    | 固体潤滑剤の組成割合  |    |    |     |             |         |    |    |    |    |                  |    |                                |      |                                |     |                  |                  |                                |     |                  |      |             |               |                            |
|       |    | 合金          | PI | EP | PBI | 白金顔料<br>(子) | 他の固体潤滑剤 | In | Ag | Sn | Cu | MoS <sub>2</sub> | Gr | Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | h-BN | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | ALN | SiO <sub>2</sub> | CrO <sub>2</sub> | Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> | SiC | ZrO <sub>2</sub> | 摩擦係数 | 磨耗量<br>(μm) | 焼付荷重<br>(Mpa) | 体積減少<br>(mm <sup>3</sup> ) |
| 実施例1  | 40 |             |    |    | 60  |             |         |    |    |    |    |                  |    |                                |      |                                |     |                  |                  |                                |     |                  | 0.03 | 8           | 36            | 4.3                        |
| 実施例2  | 60 |             |    |    | 40  |             |         |    |    |    |    |                  |    |                                |      |                                |     |                  |                  |                                |     |                  | 0.05 | 8           | 32            | 3.8                        |
| 実施例3  | 40 |             |    |    | 54  |             | 6       |    |    |    |    |                  |    |                                |      |                                |     |                  |                  |                                |     |                  | 0.03 | 7           | 38            | 4.5                        |
| 実施例4  | 40 |             |    |    | 51  |             | 8       | 3  |    |    |    |                  |    |                                |      |                                |     |                  |                  |                                |     |                  | 0.03 | 6           | 39            | 3.6                        |
| 実施例5  | 40 |             |    |    | 48  |             | 6       |    | 8  |    |    |                  |    |                                |      |                                |     |                  |                  |                                |     |                  | 0.02 | 7           | 35            | 4.2                        |
| 実施例6  | 40 |             |    |    | 45  |             | 6       |    |    | 3  |    |                  |    |                                |      |                                |     |                  |                  |                                |     |                  | 0.03 | 4           | 34            | 3.4                        |
| 実施例7  | 40 |             |    |    | 27  |             |         |    |    | 3  | 30 |                  |    |                                |      |                                |     |                  |                  |                                |     |                  | 0.04 | 9           | 39            | 4.9                        |
| 実施例8  | 40 |             |    |    | 30  |             |         |    |    |    |    |                  |    |                                |      |                                |     |                  |                  |                                |     |                  | 0.05 | 10          | 38            | 5.4                        |
| 実施例9  | 40 |             |    |    | 30  |             |         |    |    |    |    |                  |    |                                |      |                                |     |                  |                  |                                |     |                  | 0.05 | 8           | 37            | 5.3                        |
| 実施例10 | 40 |             |    |    | 30  |             |         |    |    |    |    |                  |    |                                |      |                                |     |                  |                  |                                |     |                  | 0.04 | 8           | 38            | 6.1                        |
| 実施例11 | 40 |             |    |    | 30  |             |         |    |    |    | 26 |                  |    |                                | 30   |                                | 5   |                  |                  |                                |     |                  | 0.05 | 4           | 37            | 5.3                        |
| 実施例12 | 40 |             |    |    | 30  |             |         |    |    |    | 25 |                  |    |                                |      |                                |     | 5                |                  |                                |     |                  | 0.04 | 3           | 37            | 5.8                        |
| 実施例13 | 40 |             |    |    | 30  |             |         |    |    |    | 25 |                  |    |                                |      |                                |     |                  |                  |                                |     |                  | 0.04 | 4           | 36            | 5.4                        |
| 実施例14 | 40 |             |    |    | 30  |             |         |    |    |    | 25 |                  |    |                                |      |                                |     |                  |                  |                                |     |                  | 0.04 | 4           | 38            | 5.1                        |
| 実施例15 | 40 |             |    |    | 30  |             |         |    |    |    | 26 |                  |    |                                |      |                                |     |                  |                  |                                |     |                  | 0.04 | 3           | 36            | 4.8                        |
| 実施例16 | 40 |             |    |    | 30  |             |         |    |    |    | 25 |                  |    |                                |      |                                |     |                  |                  |                                | 5   |                  | 0.04 | 3           | 37            | 5.4                        |
| 実施例17 | 40 |             |    |    | 30  |             |         |    |    |    | 25 |                  |    |                                |      |                                |     |                  |                  |                                |     |                  | 0.04 | 3           | 37            | 5.5                        |
| 実施例18 | 40 |             |    |    | 30  |             |         |    |    |    | 25 |                  |    |                                |      |                                |     |                  |                  |                                |     |                  | 0.05 | 5           | 32            | 3.8                        |
| 実施例19 | 40 |             |    |    | 54  |             | 3       |    |    |    |    |                  |    |                                |      |                                | 3   |                  |                  |                                |     |                  | 0.06 | 6           | 35            | 5.1                        |
| 実施例20 | 40 |             |    |    | 54  |             | 3       |    |    |    |    |                  |    |                                |      |                                | 3   |                  |                  |                                |     |                  | 0.05 | 2           | 38            | 3.4                        |
| 実施例21 | 40 |             |    |    | 54  |             | 3       |    |    |    |    |                  |    |                                |      |                                | 3   |                  |                  |                                |     |                  | 0.04 | 4           | 37            | 5.5                        |
| 実施例22 | 40 |             |    |    | 57  |             |         |    |    |    | 26 |                  |    |                                |      |                                | 3   |                  |                  |                                |     |                  | 0.05 | 6           | 36            | 4.4                        |
| 比較例1  | 80 |             |    |    | 20  |             |         |    |    |    |    |                  |    |                                |      |                                |     |                  |                  |                                |     |                  | 0.03 | 20          | 37            | 15.6                       |
| 比較例2  | 80 |             |    |    | 20  |             |         |    |    |    |    |                  |    |                                |      |                                |     |                  |                  |                                |     |                  | 0.11 | 4           | 15            | 2.3                        |
| 比較例3  | 40 |             |    |    | 60  |             |         |    |    |    |    |                  |    |                                |      |                                |     |                  |                  |                                |     |                  | 0.08 | 7           | 18            | 5.2                        |
| 比較例4  | 40 |             |    |    | 0   |             |         |    |    |    |    |                  |    |                                |      |                                |     |                  |                  |                                |     |                  | 0.03 | 18          | 20            | 10.4                       |
| 比較例5  | 80 |             |    |    | 10  |             |         |    |    |    | 60 |                  |    |                                |      |                                |     |                  |                  |                                |     |                  | 0.12 | 21          | 14            | 3.5                        |
| 比較例6  | 40 |             |    |    | 45  |             |         |    |    |    |    |                  |    |                                |      |                                |     |                  |                  |                                |     |                  | 0.18 | 4           | 21            | 5.2                        |
| 比較例7  | 80 |             |    |    | 10  |             |         |    |    |    |    |                  |    |                                |      |                                |     |                  |                  |                                |     |                  | 0.18 | 3           | 12            | 4.2                        |
| 比較例8  | 20 |             |    |    | 65  |             |         |    |    |    |    |                  |    |                                |      |                                |     |                  |                  |                                |     |                  | 0.04 | 13          | 34            | 14.8                       |

【0032】摩擦係数及び磨耗量については、スラスト型試験機により、表2の試験条件により行い、表1に示す結果が得られた。また、焼付荷重は、スラスト型試験機で表3の試験条件により焼付試験を行い、表1に示す結果が得られた。摩擦係数及び磨耗量については、数値

が低いほど優れたものであり、焼付荷重については、数値が高いほど優れたものである。なお、潤滑油として硫黄濃度が0.1重量%の硫黄濃度の低い潤滑油 (SAE #30) を使用した。また、体積減少は、超音波を利用した試験機を用いて表4に示す試験条件でキャビテーシ

オン試験を行ない、オーバーレイ層の重量減量を測定してこれを体積換算し、体積減少量とした。体積減少については、数値が低いほど優れたものである。

【0033】

【表2】

|       | 試験条件              | 単位      |
|-------|-------------------|---------|
| 試料寸法  | 外径27.2×内径22×厚さ1.8 | mm      |
| 周速    | 1                 | m/s     |
| 面圧    | 1.0 (一定)          | MPa     |
| 試験時間  | 4                 | Hr      |
| 潤滑油   | SAE #30           | —       |
| 潤滑油温度 | 室温                | —       |
| 潤滑方法  | オイルバス             | —       |
| 軸 材質  | S55C              | —       |
| 粗さ    | 0.3以下             | Rmax μm |
| 硬さ    | 500~700           | Hv10    |

【0034】

【表3】

|       | 試験条件              | 単位      |
|-------|-------------------|---------|
| 試料寸法  | 外径27.2×内径22×厚さ1.8 | mm      |
| 周速    | 3                 | m/s     |
| 面圧    | 30分毎に3MPaを累積      | —       |
| 潤滑油   | SAE #30           | —       |
| 潤滑油温度 | 60                | ℃       |
| 潤滑方法  | オイル滴下             | —       |
| 軸 材質  | S55C              | —       |
| 粗さ    | 1.0               | Rmax μm |
| 硬さ    | 500~700           | Hv10    |

【0035】

【表4】

| 項目        | 試験条件  | 単位  |
|-----------|-------|-----|
| 試験片寸法     | 50×50 | mm  |
| 超音波発信機    |       |     |
| 1. 振動数    | 19000 | Hz  |
| 2. 出力     | 600   | W   |
| 3. 潤滑油    | 水     | —   |
| 4. 潤滑剤温度  | 室温    | —   |
| 5. クリアランス | 0.5   | mm  |
| 6. ホーン直径  | 20    | mm  |
| 7. 試験時間   | 3     | min |

【0036】表1に示す、摩擦係数、摩耗量及び焼付荷重に関する試験結果から、以下のことが判明した。まず、オーバーレイ層4がベース樹脂及び固体潤滑剤としてのPb粒子のみから構成される実施例1、2及び比較例1、2において、比較例1、2では、固体潤滑剤であるPb粒子の量が上限値の70容量%よりも多い80容量%の場合（ベース樹脂の量が下限値の30容量%より低い20容量%の場合）、摩擦係数は低く、焼付荷重も高い値を示しているが、摩耗量が極端に多くなっている。逆に、ベース樹脂の量が上限値の70容量%よりも多い80容量%の場合（固体潤滑剤であるPb粒子の量が下限値の30容量%より低い20容量%の場合）、摩耗量

は少ないが、摩擦係数が極端に高く、焼付荷重も低い値を示している。これに対し、実施例1、2のように、ベース樹脂の量とPb粒子の量が、それぞれ40容量%と60容量%又は60容量%と40容量%の場合には、摩擦係数は低く、摩耗量は少なく、焼付荷重は高い値を示している。このように、オーバーレイ層4がベース樹脂及びPb粒子のみから構成されている場合には、ベース樹脂の量が70~30容量%の範囲に入り、Pb粒子の量が30~70容量%の範囲に入っているときに、摩擦係数、耐摩耗性及び非焼付性について向上させることができる。

【0037】また、オーバーレイ層4にPb粒子以外のI

n, Ag, Sn, Cu等の金属粒子を固体潤滑剤として添加した場合の比較として、実施例1と実施例3～6を比較した場合、摩擦係数は、ほぼ同等の値を示し、摩擦量は、実施例3～6が実施例1よりも低い値を示している。また、焼付荷重は、実施例3～6は、実施例1と同等か、あるいは、同等より高い値を示している。このように、オーバーレイ層4中に、Pb粒子以外に実施例3～6に示す元素、即ち、In, Ag, Sn及びCu等の固体潤滑剤を添加することにより、耐摩耗性及び非焼付性を向上させることができる。特に、In及びAgは、非焼付性に対して、Cuは、耐摩耗性に対してその効果が顕著である。

【0038】また、オーバーレイ層4に上記した金属粒子以外の固体潤滑剤を添加した場合の比較として、実施例1と実施例7～10を比較した場合、摩擦係数及び摩擦量は、実施例7～10は、実施例1と同等か、あるいは、同等より若干低い値を示すが、焼付荷重は、実施例7～10が実施例1よりも高い値を示している。このように、オーバーレイ層4中に、Pb粒子以外に実施例7～10に示す固体潤滑剤、即ち、 $\text{MoS}_2$ , Gr,  $\text{Sb}_2\text{O}_3$ 及びh-BN等を添加することにより、非焼付性を向上させることができる。特に、 $\text{MoS}_2$ を加えた場合にその効果が顕著である。

【0039】また、オーバーレイ層4に固体潤滑剤の他に硬質粒子を添加した場合の比較として、実施例1と実施例22を比較した場合、実施例22は、実施例1より摩擦量が低く、実施例7と実施例11～17を比較した場合、摩擦係数は、実施例11～17は、実施例7と同等で、焼付荷重は、実施例11～17が実施例7よりも若干低くなるものの、摩擦量を大幅に減少させることができる。このように、オーバーレイ層4中に、実施例11～17及び22に示す硬質粒子、即ち、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ , AlN,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CrO}_2$ ,  $\text{Si}_3\text{N}_4$ , SiC及び $\text{ZrO}_2$ 等を添加することにより、耐摩耗性を大幅に向上させることができる。

【0040】また、オーバーレイ層4のベース樹脂をPAI樹脂以外の樹脂にした場合の比較として、実施例3と実施例18～20を比較した場合、摩擦係数は、実施例18～20が実施例3よりも高い値を示している。摩擦量は、実施例18～20が実施例3よりも低い値を示している。また、焼付荷重は、実施例20は、実施例3と同等であるが、実施例18, 19は、実施例3よりも低い値を示している。実施例18～20の中での比較では、摩擦係数は、ほぼ同等であるが、摩擦量については、PBI樹脂が低い値を示し、焼付荷重については、PI樹脂が低い値を示している。このように、ベース樹脂の種類の違いにより、オーバーレイ層の摺動特性に若干の違いが見られる。

【0041】また、実施例21は、実施例17とベース樹脂(PAI)及び $\text{MoS}_2$ の含有量が同じで、Pb粒

子の含有量が若干少なく、硬質粒子は、 $\text{ZrO}_2$ 5容量%の代わりに $\text{Al}_2\text{O}_3$ 3容量%が添加されており、更に、固体潤滑剤金属粒子Sn3容量%が添加されている。実施例21の試験結果は、実施例17の試験結果と比較して摩擦係数、摩擦量及び焼付荷重について同等の値を示しており、 $\text{ZrO}_2$ の代わりに同程度の容量の $\text{Al}_2\text{O}_3$ 及びSnを添加しても試験結果には、大きな違いが見られない。実施例22は、実施例1とベース樹脂(PAI)の含有量が同じで、Pb粒子の含有量が少なく、更に硬質粒子 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 3容量%が添加されている。

【0042】また、体積減少については、比較例1, 4及び8で極端に高い値を示す以外は、ほぼ同程度の値を示している。これは、比較例1では、ベース樹脂の量が下限値の30容量%より低い20容量%で、Pb粒子の量が上限値の70容量%より高い80容量%であることに起因するものと考えられる。また、比較例4では、ベース樹脂の量が基準値内の40容量%であるものの、残り60容量%がPb粒子ではなく、 $\text{MoS}_2$ であり、Pb粒子が全く含まれていないことに起因するものと考えられる。更に、比較例8では、Pb粒子の量が基準値内の65容量%であるものの、ベース樹脂の量が下限値の30容量%より低い20容量%であることに起因するものと考えられる。

【0043】なお、比較例4は、実施例1のPb60容量%の代わりに $\text{MoS}_2$ 60容量%を添加してPb粒子をなくしたものであるが、摩擦係数は、同等の値を示したものの、摩擦量及び焼付荷重が大幅に低下した。これは、Pb粒子が全く含まれていないことに起因するものと考えられる。

【0044】また、比較例5は、比較例2のPb粒子の含有量を20容量%から10容量%にし、Gr10容量%を添加したものであるが、摩擦係数は、比較例5が比較例2よりも若干高い値を示し、焼付荷重は、比較例5が比較例2よりも若干低い値を示している。また、摩擦量は、比較例5が比較例2よりも極端に高い値を示している。これは、ベース樹脂の量が上限値の70容量%より高い80容量%で、Pb粒子の量が比較例2よりも更に低く、下限値の30容量%より低い10容量%であることに起因するものと考えられる。

【0045】また、比較例6は、実施例6のPb粒子以外の固体潤滑剤(In, Sn及びCu)15容量%の代わりに $\text{Si}_3\text{N}_4$ 15容量%を添加したものであるが、摩擦量は、比較例6は、実施例6と同等の値を示したものの、摩擦係数は、比較例6が実施例6よりも極端に高い値を示し、焼付荷重は、比較例6が実施例6よりも低い値を示した。これは、上限値の10容量%よりも多い15容量%の $\text{Si}_3\text{N}_4$ を添加したことに起因するものと考えられる。

【0046】また、比較例7は、比較例5のGr10容量%の変わりに $\text{Si}_3\text{N}_4$ 10容量%を添加したものであ

るが、摩擦係数は、比較例7が比較例5よりも高い値を示し、摩耗量は、比較例7が比較例5よりも極端に低い値を示し、焼付荷重は、比較例7が比較例5よりも若干低い値を示した。これは、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ により耐摩耗性が向上するものの、比較例5と同様、ベース樹脂の量が上限値の70容量%より高い80容量%で、Pb粒子の量が下限値の30容量%より低い10容量%であることに起因すると考えられる。

【0047】更に、比較例8は、比較例1のPb粒子の含有量を80容量%から65容量%にし、Gr15容量%を添加したものであるが、比較例1よりも、摩擦係数は、比較例8が比較例1よりも若干高い値を示し、摩耗量及び焼付荷重は、比較例8が比較例1よりも低い値を示している。これは、ベース樹脂の量が下限値の30容量%より低い20容量%で、上限値の10容量%より高い15容量%の $\text{Si}_3\text{N}_4$ が添加されていることに起因するものと考えられる。

【0048】

【発明の効果】以上、説明したところから明らかなように、請求項1に係る発明においては、摩擦係数が低く耐

摩耗性及び非焼付性に優れたすべり軸受を、河川の水質汚染や産業廃棄物の大量発生を起こすことなく作成することができる。

【0049】また、請求項2に係る発明においては、すべり軸受の耐摩耗性及び非焼付性を更に向上させることができる。

【0050】また、請求項3に係る発明においては、すべり軸受の非焼付性を更に向上させることができる。

【0051】また、請求項4に係る発明においては、すべり軸受の非焼付性を更に向上させることができる。

【0052】更に、請求項5に係る発明においては、すべり軸受の耐摩耗性を更に向上させることができる。

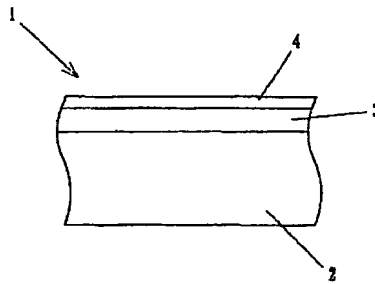
【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態に係るすべり軸受の断面図である。

【符号の説明】

- 1 すべり軸受
- 2 裏金
- 3 軸受メタル層
- 4 オーバレイ層

【図1】



フロントページの続き

(72)発明者 田中 拓也  
愛知県名古屋市北区猿投町2番地 大同メ  
タル工業株式会社内

(72)発明者 柴山 隆之  
愛知県名古屋市北区猿投町2番地 大同メ  
タル工業株式会社内  
Fターム(参考) 3J011 JA01 QA05 SB04 SC01 SC03  
SC14 SD01 SD03 SD04 SE02  
SE04 SE06